

数值計算技術の基礎理論

予稿集

1992.11.4~11.6

研究代表者

伊理正夫

京都大学数理解析研究所

生体系逆問題とその応用

Inverse Problems in Biological System and Its Application

斎藤 兆古
法政大学 工学部

Y. Saito

College of Engineering, Hosei University, Kajino, Koganei, Tokyo 184

本発表は

- 1) 逆問題と順問題
- 2) 強形式と弱形式の逆問題
- 3) 逆問題の一解析法
- 4) 生体系逆問題
- 5) 生体系異常診断への応用

について述べる。

1) 逆問題と順問題 この項では逆問題と順問題の本質的な相違と逆問題の定義について述べる。

2) 強形式と弱形式の逆問題 この項では、逆問題は本質的に厳密解を得ることが困難な強形式不適切問題(Strongly ill posed problems)と条件によって解析解が期待できる弱形式不適切問題(Weakly ill posed problems)に分類でき、生体から発生する電磁界分布から電磁界源を求める逆問題は強形式不適切問題となり、Inverse Source Problem の一種であることを示す[1]。また、生体の媒質分布等のパラメータを推定する問題は弱形式不適切問題となり、Computed Tomography 等がその応用例であることを述べる。

3) 逆問題の一解析法 この項では、筆者が提唱する逆問題の一解析法である Sampled Pattern Matching (SPM) 法について、そのアルゴリズムを述べる。また、その理論的背景を因子分析法、フーリエ級数法さらに Neural Networks の理論等を用いて説明する[2,3]。

4) 生体系逆問題 この項では、SPM 法による弱形式不適切問題の解析例として媒質推定問題への応用例を示し、心磁図(Magnetocardiogram, MCG)、心電図(Electrocardiogram, ECG)、脳磁図(Magnetoencephalogram, MEG)、脳電図(Electroencephalogram, EEG)等から、電磁界源推定問題は強形式不適切問題であることを述べると共に SPM 法による解析例を示す。

図1は、右手首の正中神経をパルス幅 0.2ms の正極性の矩形パルスで刺激した場合の体性感覚誘発脳磁界分布から SPM 法で推定された脳内電流分布である[4]。70ms では

右手首からの電気信号が脊髄を通して脳幹に到達したことを示し、80msでは感覚野の手の部分に信号が到達しつつあることを示し、90msでは感覚野の手の部分に信号が到達すると共に記憶・認識野が活動し始めていることを示し、100msでは手が刺激されていることを記憶・認識する脳の並列情報処理が行われていることを示し、110msでは運動野に信号が到達すると共に脳幹へ信号が伝達されつつあることを示し、120msでは手の末梢神経へ手を運動させるべく脳幹から信号が伝達開始され、150msでは脳幹から手の末梢神経への信号伝達が最も活発となる。しかし、被試験対象者の手は固定され運動できないため175msでは再び運動野から脳幹へ手を運動させるべく信号が伝達され、200msでは感覚野の温感部が反応し、電気刺激を熱く感じていることと推定される。

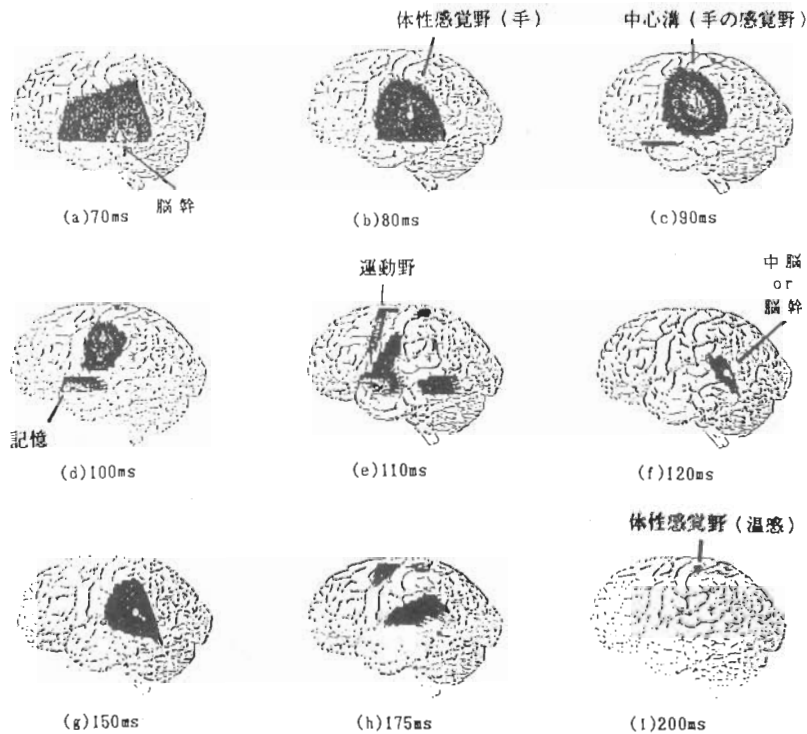


図1. 右手首の正中神経をパルス幅 0.2ms の正極性の矩形パルスで刺激した場合の体性感覚誘発脳磁界分布から SPM 法で推定された脳内電流分布。

5) 生体系異常診断への応用 この項では、心磁図(MCG)から推定される心臓内電流分布から心臓の欠損部位の特定例を示し、さらに心磁図(MCG)と心電図(ECG)の併用による心臓内電力分布からより高精度の異常診断が可能であることを示す。

参考文献

- [1] G. Anger, Inverse Problems in Differential Equations, Plenum Press (1990).
- [2] H. Saotome et al, Trans. IEEJ, Vol. C, to be appeared in March (1993).
- [3] H. Saotome et al, Trans. IEEJ, Vol. 112-A, No. 4, April (1992) pp. 279-286.
- [4] Y. Uchikawa et al, Journal of Applied Magnetics in Japan, Vol. 13, No. 3 (1989) pp. 508-512.